

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-131585

(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.CI.

G02B 6/42
H01S 3/094
H01S 3/30
H01S 5/022
H01S 5/024

(21)Application number : 2000-321378

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 20.10.2000

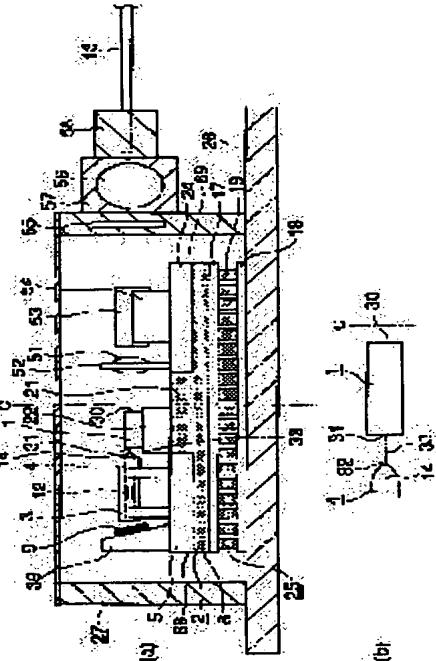
(72)Inventor : IRIE YUICHIRO
MIYOKAWA JUN
AKIYO TAKESHI

(54) SEMICONDUCTOR LASER MODULE AND RAMAN AMPLIFIER USING THE MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser module which provides a high level output regardless of the variation in the operating environmental temperature, has low noise, provides a good stability in the wavelength and has good reliability.

SOLUTION: A thermomodule 25 is mounted on a bottom plate 26 of a package 27. A base 2 is mounted on the thermomodule 25. The base 2 is mounted/ with a laser diode 1, a first optical fiber 4 which feedbacks laser light beams emitted from one end 31 of the diode 1 top the diode 1 and fixing means 6 and 7 which support the fiber 4 at its two longitudinal direction points. A second optical fiber 13 is provided on the other end 30 side of the diode 1 to receive and transmit the laser beams. An axis line section 33 which connects a laser light beams emitting surface 1 of the end 31 of the diode 1 and a laser light beam receiving end 32 of the fiber 4 is provided to the end side rather than a laser optical axis direction center (c of Figure 1) section of the thermomodule 25.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-131585
(P2002-131585A)

(43) 公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号
G 0 2 B 6/42
H 0 1 S 3/094
3/30
5/022
5/024

| F I. | | テ-マコ-ト(参考) |
|---------|-------|-------------|
| G 0 2 B | 6/42 | 2 H 0 3 7 |
| H 0 1 S | 3/30 | Z 5 F 0 7 2 |
| | 5/022 | 5 F 0 7 3 |
| | 5/024 | |
| | 3/094 | S |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O.L. (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-321378(P2000-321378)

(71) 出願人 000005290

吉河電氣工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(22) 出願日 平成12年10月20日(2000. 10. 20)

(72) 発明者 入江 雄一郎

東京都千代田区丸の内

河電氣工業株式会社内

(72) 発明者 三代川 純

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100093894

并理士 五十嵐 清

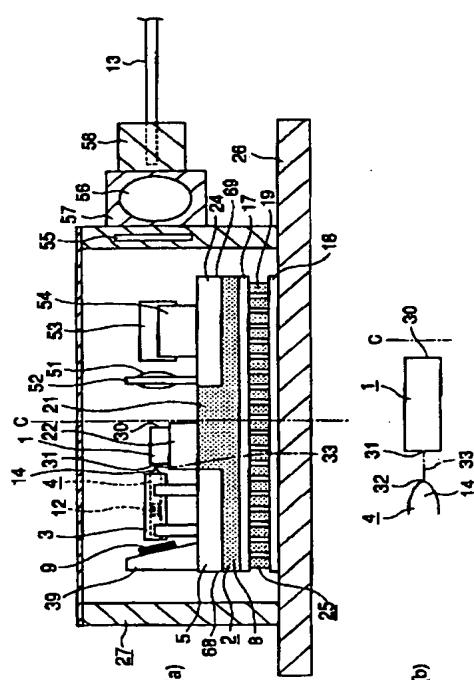
最終頁に統ぐ

(54) 「発明の名称】 半導体レーザモジュールおよびその半導体レーザモジュールを用いたラマンアンプ

(57) 【要約】

(5) 【要約】
【課題】 使用環境温度変化によらず高出力でノイズが小さく波長安定性の良好な信頼性の高い半導体レーザモジュールを提供する。

【解決手段】 パッケージ27の底板26上にサーモモジュール25を搭載し、その上にベース2を搭載し、その上にレーザダイオード1と、レーザダイオード1の一端31から出射するレーザ光をレーザダイオード1に帰還する第1の光ファイバ4と、第1の光ファイバ4をその長手方向2点位置で支持する固定手段6、7を搭載する。レーザダイオード1の他端30側にはレーザ光を受光して伝送する第2の光ファイバ13を設ける。レーザダイオード1の一端31のレーザ光出射面1と光ファイバ4のレーザ光受光端32とを結ぶ軸線部33をサーモモジュール25のレーザ光軸方向中央(図1のC)部よりも端側に設ける。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記レーザダイオードの一端側のレーザ光出射端面と前記第1の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を前記サーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたことを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】 固定手段は第1の光ファイバの長手方向に1つ以上設けられており、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第2の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザモジュール。

【請求項3】 第2の光ファイバと該第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面との間には1つ以上のレンズ部が設けられて、少なくともレーザダイオードに最も近い側に位置する第1のレンズ部はベース上に搭載されており、前記ベースにおける第1のレンズ部の配設部から第1の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の半導体レーザモジュール。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュールを励起光源として用いたラマンアンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信分野に用いられる半導体レーザモジュールおよびその半導体レーザモジュールを用いたラマンアンプに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 情報社会の発展により、通信情報量が飛躍的に増大する傾向にあり、このような情報の増大化に伴い、波長多重伝送(WDM伝送)が通信分野に広く受け入れられ、今や波長多重伝送の時代を迎えている。波長多重光伝送は、複数の波長の光を1本の光ファイバで伝送できるため、大容量高速通信に適した光伝送方式であり、現在、この伝送技術の検討が盛んに行なわれている。

2

【0003】 波長多重伝送は、現在、エルビウムドープファイバ(EDF)型光増幅器の利得帯域である波長1.55μm帯で行なうことを検討しているが、波長多重伝送の帯域をさらに広帯域で行なえるようにするために、ラマン増幅に対する期待が高まっている。

【0004】 ラマン増幅は、光ファイバに強い光(励起光)を入射したときに、誘導ラマン散乱により、励起光波長から約100nm程度長波長側にゲインが現われ、このように励起された状態の光ファイバに、上記ゲインを有する波長域の信号光を入射すると、その信号光が増幅されるという現象を利用した光信号の増幅方法である。

【0005】 したがって、ラマン増幅ではEDFを増幅媒体としなくても、既設の光ファイバを増幅媒体として使用することができ、また、任意の波長において增幅利得を得ることができる。このため、ラマン増幅を利用することにより、波長多重伝送における信号光のチャンネル数を増加させることができる。

【0006】 ただし、ラマン利得は、(通常の既設の)20 通信用光ファイバを使用した場合、100mWの励起光入力で約3dBと小さい。このため、ラマンアンプを複数設け、これらのアンプによる増幅を多重化することにより強い励起光を得ることが必要となり、一般に、多重化によりトータルで500mW~1W程度の励起光とすることが検討されている。

【0007】 また、ラマン増幅では、増幅の起る過程が早く起るため、ポンプ光強度が揺らいでいると、ラマン利得が揺らぐことになり、これがそのまま信号光強度の揺らぎとして出てしまう。このため、励起光のノイズを小さくすることが重要となる。

【0008】 したがって、ラマン増幅を波長多重伝送に適用するためには、ラマンアンプの励起光源を、ノイズが小さく、かつ、例えば300mW以上の高出力を有し、さらに、波長安定性の良好な光源とする必要があり、このような特性を有する励起光源用の半導体レーザモジュールの開発が非常に重要となっている。

【0009】 ところで、半導体レーザモジュールは、半導体レーザ(レーザダイオード)からのレーザ光を光伝送側の光ファイバに光学的に結合させたデバイスであり、上記のような励起光源としてのみならず、信号光源としても適用され、その構成も様々なものが提案されている。図6には、半導体レーザモジュールの一例として、波長安定性を良好にするためにファイバグレーティング技術を用いた半導体レーザモジュールの要部構成が示されている。

【0010】 この半導体レーザモジュールは、ベース2上に、レーザダイオード1と該レーザダイオード1に光結合される第1の光ファイバ4とを搭載しており、第1の光ファイバ4はその先端側に形成されたファイバレンズ14の先端側を前記レーザダイオード1の一端31側

10

20

30

40

50

に向けて配置されている。

【0011】第1の光ファイバ4には設定波長の光を反射する回折格子としてのファイバグレーティング12が形成されており、第1の光ファイバ4は、前記レーザダイオード1の一端31側から出射される光のうち前記設定波長の光をファイバグレーティング12によりレーザダイオード1に帰還させる。

【0012】なお、同図において、22はヒートシンクであり、レーザダイオード1の他端30と第2の光ファイバ13の接続端面との間には、一般に、レンズ部等の適宜の光結合手段32が設けられる。

【0013】この半導体レーザモジュールにおいて、第1の光ファイバ4と第2の光ファイバ13は、いずれもレーザダイオード1と調心されている。そして、レーザダイオード1の一端31側から出射されたレーザ光を第1の光ファイバ4で受光して前記設定波長の光をレーザダイオード1に帰還しながら、レーザダイオード1の他端30側からの出射光を第2の光ファイバ13によって受光し、第2の光ファイバ13内を伝送し、所望の用途に供される。

【0014】なお、上記のように、レーザダイオード1の一端31側から出射されたレーザ光のうち設定波長の光をレーザダイオード1に帰還しながらレーザ光発振を行なう構成とすると、第1の光ファイバ4の先端とレーザダイオード1との間隔を小さくすることができるため、半導体レーザモジュールのR I N (R elative I ntensity N oise) を小さくできる。

【0015】また、前記ベース2はサーモモジュール(図示せず)上に搭載され、半導体レーザモジュールの使用時には、レーザダイオード1の近傍に設けたサーミスタ(図示せず)によりレーザダイオード1の温度が測定され、この測定値に基づいてサーモモジュールを作動させてレーザダイオード1の温度を一定に保つように制御される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような半導体レーザモジュールにおいて、前記サーモモジュールの作動時にサーモモジュールが撓み、それに伴いベース2が撓む。

【0017】このとき、上記従来の半導体レーザモジュールは、ベース2上にレーザダイオード1と第1の光ファイバ4を配置する際、第1の光ファイバ4とレーザダイオード1との結合部位をベース2上のどの位置に配置するかを特に考慮せずに半導体レーザモジュールを形成していたため、上記ベース2の撓みによる影響を受けてレーザダイオード1と第1の光ファイバ4との位置ずれが生じるといった問題が生じた。

【0018】そして、第1の光ファイバ4によりレーザダイオード1からの出射光を受光して帰還させる構成の

半導体レーザモジュールにおいては、上記のように第1の光ファイバ4のレーザダイオード1に対する位置ずれが生じると、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率が大きく低下してしまうため、半導体レーザモジュールから出力される光出力が低下したり、波長を安定化できなくなってしまい、最悪の場合、レーザダイオード1のレーザ発振ができなくなることも考えられ、非常に問題であった。

【0019】本発明は上記従来の課題を解決するために成されたものであり、その第1の目的は、レーザダイオードと該レーザダイオードからのレーザ光を受けて設定波長の光をレーザダイオードに帰還させる光ファイバとを、温度変化によらず高精度で光結合することができる信頼性の高い半導体レーザモジュールを提供することにある。また、本発明の第2の目的は、上記のような半導体レーザモジュールを用いることにより、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な励起光源を有する、波長多重伝送に好適のラマンアンプを提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第1の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記レーザダイオードの一端側のレーザ光出射端面と前記第1の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を前記サーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けた構成をもって課題を解決する手段としている。

【0021】また、第2の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1の発明の構成に加え、前記固定手段は第1の光ファイバの長手方向に1つ以上設けられており、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第2の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態とした構成をもって課題を解決する手段としている。

【0022】さらに、第3の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1又は第2の発明の構成に加え、前記第

2の光ファイバと該第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面との間には1つ以上のレンズ部が設けられて、少なくともレーザダイオードに最も近い側に位置する第1のレンズ部はベース上に搭載されており、前記ベースにおける第1のレンズ部の配設部から第1の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態とした構成をもって課題を解決する手段としている。

【0023】さらに、第4の発明のラマンアンプは、上記第1乃至第3のいずれか一つの半導体レーザモジュールを励起光源として用いた構成をもって課題を解決する手段としている。

【0024】前記の如く、レーザダイオード等を搭載したベースをサーモモジュール上に搭載し、サーモモジュールの制御によりレーザダイオードの温度を一定に保つ構成の半導体レーザモジュールにおいては、前記サーモモジュールの作動時にサーモモジュールの撓みに伴ってベースが撓むが、本発明者は、このベースの撓みがサーモモジュールの中央部において最も顕著となることを様々な検討により見出した。

【0025】上記構成の本発明の半導体レーザモジュールは、レーザダイオードの一端側にレーザ光を受光してレーザダイオードに帰還する第1の光ファイバを対向配置し、レーザダイオードのレーザ光出射端面と第1の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を、ベースの下側に設けられるサーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたために、半導体レーザモジュールの使用時に、上記線分がサーモモジュールの撓みの影響を受け難い。

【0026】そのため、本発明の半導体レーザモジュールは、上記第1の光ファイバとレーザダイオードとがサーモモジュールの撓みの影響を受けて位置ずれし難く、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールとなる。

【0027】また、本発明の半導体レーザモジュールにおいて、第1の光ファイバを固定する固定手段を第1の光ファイバの長手方向に1つ以上設け、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第2の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態とした構成においては、上記第1の光ファイバの上記サーモモジュールの撓みの影響による位置ずれを抑制できるので、第1の光ファイバとレーザダイオードとの位置ずれをより一層抑制できる。

【0028】なお、第1の光ファイバを固定する固定手段を第1の光ファイバの長手方向に複数設けると、例えば第1の光ファイバをレーザダイオードに最も近い固定手段により固定した後、この固定部を支点として梃の原理を利用して、第1の光ファイバのレーザダイオードから遠い側を調心移動の後に固定することができ、第1の

光ファイバをレーザダイオードに対して適切に調心固定することができる。

【0029】したがって、上記優れた効果を奏する本発明の半導体レーザモジュールを励起光源として用いることにより、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な励起光源を有する、波長多重伝送に好適のラマンアンプとなる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0031】図1の(a)には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第1実施形態例が断面図により示されている。本実施形態例の半導体レーザモジュールはパッケージ27を有し、パッケージ27内にはサーモモジュール25が設けられている。サーモモジュール25はパッケージ27の底板26上に搭載されており、パッケージ27の底板26はCu-W合金のCuW20(重量比はCuが20%、Wが80%)等により形成されている。

【0032】サーモモジュール25上にはベース2が搭載されており、ベース2上にはレーザダイオード1と第1の光ファイバ4が設けられている。レーザダイオード1の両端30, 31には、低反射コーティングが施されている。第1の光ファイバ4の先端側に形成されたファイバレンズ14は例えば先球形状を呈している。

【0033】なお、ファイバレンズ14の形状は特に限定されるものではなく適宜設定されるものであり、例えば、周知の楔型レンズのようなアナモルフィック(回転非対称)レンズとしてもよいし、楔型以外のアナモルフィックレンズとしてもよい。無論、後述のコリメートレンズ51や集光レンズ56と同様の光学系を用いてレーザダイオード1と第1の光ファイバ4の光結合を行なうこともできる。

【0034】本実施形態例の半導体レーザモジュールの最も特徴的なことは、レーザダイオード1の一端31側のレーザ光出射端面と第1の光ファイバ4のレーザ光受光端32(図1の(b)参照)とを結ぶ線分から成る軸線部33をサーモモジュール25のレーザ光軸方向中央(図1のC)部よりも端側に設けたことである。

【0035】また、本実施形態例において、第1の光ファイバ4は光ファイバ支持手段としてのスリーブ3に支持された状態で、光ファイバ長手方向の複数点(ここでは2点)位置に設けられた固定手段6, 7により、ベース2に固定されている。第1の光ファイバ4の後端側にはモニタフォトダイオード9が設けられており、モニタフォトダイオード9はモニタフォトダイオード固定部39に固定されている。

【0036】前記レーザダイオード1の他端30側に

は、コリメートレンズ51、アイソレータ53、光透過板55、集光レンズ56、第2の光ファイバ13が互いに間隔を介して順に配置されている。本実施形態例では、このように、レーザダイオード1の他端30側と第2の光ファイバ13との間に2つのレンズ部(コリメートレンズ51、集光レンズ56)を設けており、コリメートレンズ51はレーザダイオード1に最も近い側に位置する第1のレンズ部として機能する。

【0037】また、コリメートレンズ51はレンズホルダ52に保持されて前記ベース2上に搭載固定されている。アイソレータ53はアイソレータホルダ54に保持されてベース2上に搭載固定されている。光透過板55は、サファイヤガラス等により形成されており、パッケージ27の封止用の機能を有している。集光レンズ56はレーザダイオード1から出射される光を第2の光ファイバ13の先端側に集光するものであり、集光レンズ56はレンズホルダ57に固定されている。第2の光ファイバ13はホルダ58に保持されている。

【0038】前記サーモモジュール25は、ベース側板材17と、底板側板材18と、これら板材17、18に狭着されるペルチェ素子19とを有しており、サーモモジュール25のベース側板材17と底板側板材18は共にA12O3により形成されている。

【0039】また、本実施形態例において、ベース2はレーザダイオード1の搭載領域(LDボンディング部)21を備えたレーザダイオード搭載部材8と、固定手段6、7を搭載する固定手段搭載部材5と、レンズホルダ52およびアイソレータホルダ54を搭載するホルダ搭載部材24を有している。レーザダイオード搭載部材8はCu-W合金のCuW10(重量比はCuが10%、Wが90%)により形成されており、固定手段搭載部材5とホルダ搭載部材24はFe-Ni-Co合金であるコバール(商標)やステンレス等により形成されている。

【0040】なお、CuW10は、熱伝導率が180～200(W/m·K)であり、コバールの熱伝導率である17～18(W/m·K)の約10倍の熱伝導率を有している。また、コバールやステンレスは成形性が良好である。

【0041】本実施形態例は以上のように構成されており、レーザダイオード1の一端31側のレーザ光出射端面と第1の光ファイバ4のレーザ光受光端32とを結ぶ軸線部33を、ベース2の下側に設けたサーモモジュール25のレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたために、上記軸線部33がサーモモジュール25の撓みの影響を受け難くなり、第1の光ファイバ4とレーザダイオード1とが大きく位置ずれすることを抑制できる。

【0042】そのため、本実施形態例の半導体レーザモジュールは、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールにすることができる。

【0043】また、本実施形態例によれば、第1の光ファイバ4をその長手方向に間隔を介した複数の固定手段6、7により固定しているために、第1の光ファイバ4をレーザダイオード1に近い固定手段6により固定した後、この固定部を支点として梃の原理を利用して、第1の光ファイバ4のレーザダイオード1から遠い側を調心移動の後に固定することができる。

【0044】そのため、本実施形態例によれば、図6に示したように、第1の光ファイバ4を長手方向の1点で10ベース2に固定するよりも、第1の光ファイバ4をレーザダイオード1に対して適切に調心固定することができる。

【0045】本実施形態例の半導体レーザモジュールは、以上のように、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な、信頼性の高い半導体レーザモジュールにできるので、本実施形態例の半導体レーザモジュールを励起光源としてラマンアンプを構成すると、このラマンアンプは、波長多重伝送用として適した優れたラマンアンプとができる。

【0046】図2には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第2実施形態例が示されている。本第2実施形態例は上記第1実施形態例とほぼ同様に構成されており、その重複説明は省略する。

【0047】本第2実施形態例が上記第1実施形態例と異なる特徴的なことは、ベース2におけるレーザダイオード1に最も近い側に位置する固定手段6の配設部から第2の光ファイバ13と反対側のベース端部68に至るベース2の下面66を、サーモモジュール25に非接触状態としたことである。

【0048】本第2実施形態例は以上のように構成されており、本第2実施形態例も上記第1実施形態例と同様の効果を奏すことができる。

【0049】また、本第2実施形態例は、ベース2における固定手段6の配設部からベース端部68に至るベース2の下面66を、サーモモジュール25に非接触状態としたために、サーモモジュール25の撓みの影響を受けて第1の光ファイバ4がレーザダイオード1に対して軸ずれすることをより一層抑制でき、高出力でノイズが小さく波長安定性の良好な優れた半導体レーザモジュールとなる。

【0050】図3には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第3実施形態例が示されている。本第3実施形態例は上記第1、第2実施形態例とほぼ同様に構成されており、その重複説明は省略する。

【0051】本第3実施形態例が上記第2実施形態例と異なる特徴的なことは、ベース2におけるコリメートレンズ51の配設部から第1の光ファイバ4と反対側のベース端部69に至るベース2の下面67を、サーモモジュール25に非接触状態としたことである。

【0052】本第3実施形態例は以上のように構成され

ており、本第3実施形態例も上記第1、第2実施形態例と同様の効果を奏することができる。

【0053】また、本第3実施形態例は、ベース2におけるコリメートレンズ51の配設部から第1の光ファイバ4と反対側のベース端部69に至るベース2の下面67を、サーモモジュール25に非接触状態としたので、コリメートレンズ51やアイソレータ53がベース2の撓みを受けてレーザダイオード1に対して位置ずれすることを抑制できる。そのため、本第3実施形態例は、レーザダイオード1と第2の光ファイバ13との光結合効率低下も抑制できるので、より一層高出力でノイズの小さい半導体レーザモジュールとすることができます。

【0054】なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を探り得る。例えば、上記各実施形態例では、サーモモジュール25はベース2の一端側（ベース端部68）から他端側（ベース端部69）に至る態様で設けたが、例えば図4に示すように、サーモモジュール25をLDボンディング部21の下部側からベース端部69に至る態様で設けてもよい。

【0055】この構成により、ベース2における固定手段6の配設部からベース端部68に至るベース2の下面66を、サーモモジュール25に非接触状態としても、上記第2実施形態例と同様の効果を奏することができます。

【0056】また、図5に示すように、サーモモジュール25をLDボンディング部21の下部側にのみ設ける構成としてもよい。この構成により、ベース2における固定手段6の配設部からベース端部68に至るベース2の下面66と、ベース2におけるコリメートレンズ51の配設部からベース端部69に至るベース2の下面67を、サーモモジュール25に非接触状態としても、上記第3実施形態例と同様の効果を奏することができます。

【0057】さらに、上記各実施形態例では、第2の光ファイバ13とレーザダイオード1の他端30側との間に、コリメートレンズ51、アイソレータ53、集光レンズ56を設けたが、例えばコリメートレンズ51やアイソレータ53は省略することもできるし、集光レンズ56を設ける代わりに、第2の光ファイバ13の先端側にファイバレンズを形成してもよい。この場合も、第2の光ファイバ13のファイバレンズは、楔型等のアナモルフィックレンズとしてもよいし、先球形状のファイバレンズとしてもよい。

【0058】さらに、上記各実施形態例では、第1の光ファイバ4を固定する固定手段6,7は、第1の光ファイバ4の長手方向に間隔を介した2点位置に設けたが、固定手段は第1の光ファイバ4の長手方向に1つ以上の適宜の数だけ設ければよい。

【0059】さらに、上記例では、各実施形態例の半導体レーザモジュールをラマンアンプに適用する例を述べたが、本発明の半導体レーザモジュールは、ラマンアン

用の励起光源としてのみならず、ラマンアンプ以外のアンプの励起光源や、信号光光源等、光通信用として様々なに適用されるものである。

【0060】

【発明の効果】本発明の半導体レーザモジュールによれば、レーザダイオードの一端側のレーザ光出射端面と、レーザダイオードの一端側から出射するレーザ光を受光してレーザダイオードに帰還する第1の光ファイバのレーザ光受光端とを結ぶ線分を、ベースの下側に設けられるサーモモジュールのレーザ光軸方向中央部よりも端側に設けたために、上記線分がサーモモジュールの撓みの影響を受けて第1の光ファイバとレーザダイオードが位置ずれすることを抑制できる。

【0061】そのため、本発明の半導体レーザモジュールによれば、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールとすることができます。

【0062】また、第2の発明の半導体レーザモジュールによれば、第1の光ファイバの固定手段のうち、ベースにおけるレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の配設部から第2の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたものであるから、第1の光ファイバとレーザダイオードとの位置ずれをより一層抑制できる。

【0063】さらに、第3の発明の半導体レーザモジュールによれば、レーザダイオードと第2の光ファイバの間に設けられた第1のレンズ部の配設部から第1の光ファイバと反対側のベース端部に至るベースの下面をサーモモジュールに非接触状態としたものであるから、第1のレンズ部が上記サーモモジュールの撓みの影響を受けたレーザダイオードに対して位置ずれすることを抑制でき、それにより、レーザダイオードと第2の光ファイバとの光結合効率低下を抑制できる。

【0064】したがって、第3の発明の半導体レーザモジュールは、より一層、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい半導体レーザモジュールとすることができます。

【0065】さらに、本発明のラマンアンプによれば、上記優れた効果を奏する本発明の半導体レーザモジュールを励起光源として用いることにより、高出力で波長安定性の良好な、ノイズの小さい励起光源を有する、波長多重伝送に好適のラマンアンプとすることができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体レーザモジュールの第1実施形態例を示す要部構成図（a）と、この実施形態例におけるレーザダイオードと第1の光ファイバとの結合部位の拡大図（b）である。

【図2】本発明に係る半導体レーザモジュールの第2実施形態例を示す要部構成図である。

【図3】本発明に係る半導体レーザモジュールの第3実施形態例を示す要部構成図である。

11

【図4】本発明に係る半導体レーザモジュールの他の実施形態例を示す要部構成図である。

【図5】本発明に係る半導体レーザモジュールのさらに他の実施形態例を示す要部構成図である。

【図6】従来提案された半導体レーザモジュールの一例を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 レーザダイオード
- 2 ベース
- 3 スリーブ

12

* 4 第1の光ファイバ

6, 7 固定手段

12 ファイバグレーティング

13 第2の光ファイバ

14 ファイバレンズ

25 サーモモジュール

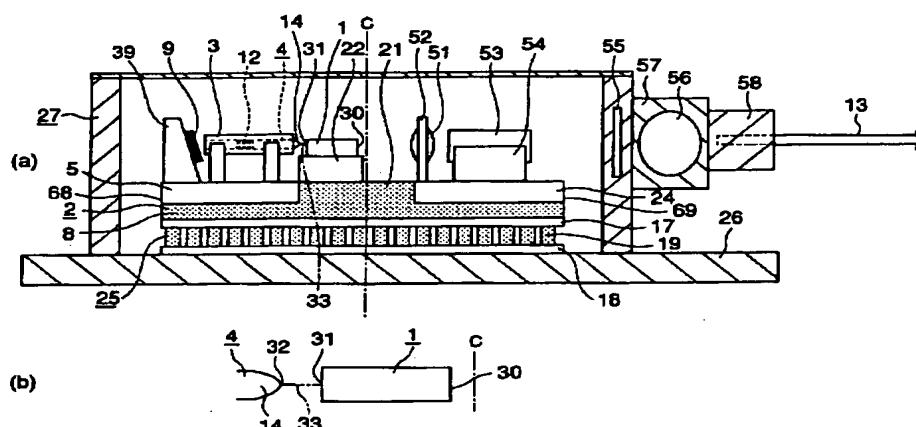
30 他端

31 一端

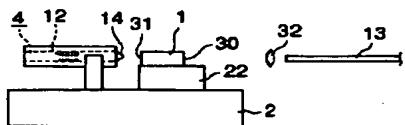
33 軸線部

* 10 53 アイソレータ

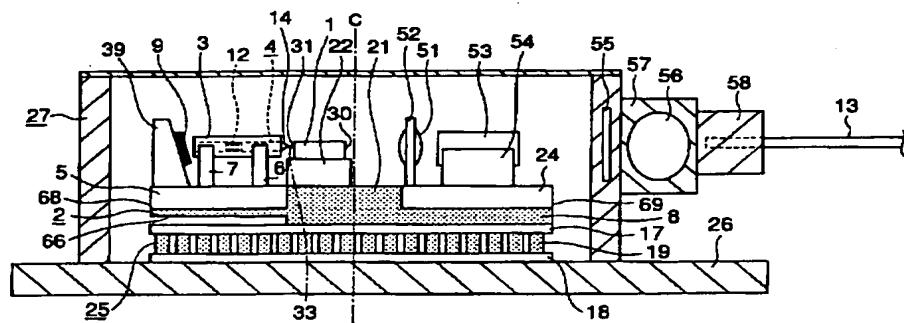
【図1】



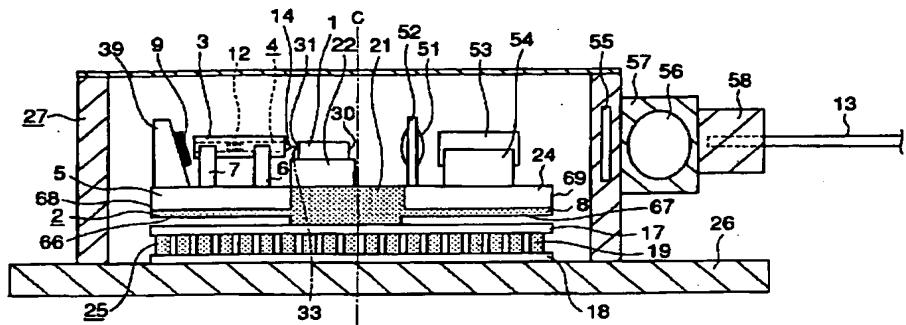
【図6】



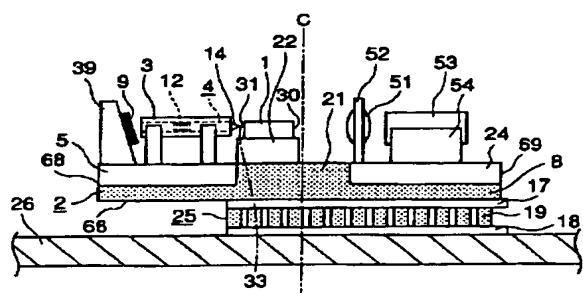
【図2】



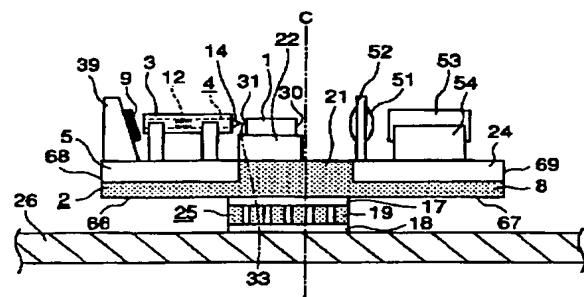
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 愛清 武
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 DA35 DA38
5F072 AB20 KK07 KK30 PP07 QQ07
YY17
5F073 AA65 AA67 AB21 AB25 AB27
AB28 BA09 EA03 FA02 FA07
FA25